

**เอกสารประกอบการสอน**

**รายวิชา 04-711-309**

**จลนพลศาสตร์วิศวกรรมเคมีและการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์**

**Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design**

**โดย**

**ธีระวัฒน์ เหมือนศรีชัย, วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี)**

**ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**

**2557**

**คำนำ**

เอกสารประกอบการสอนรายวิชาฉบับนี้ เป็นเอกสารประกอบการสอนเพื่อใช้ในการเตรียมและวางแผนการสอนรายวิชา 04-711-309 จลนพลศาสตร์วิศวกรรมเคมีและการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ (Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design) สำหรับสอนนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี โดยมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการประยุกต์หลักการพื้นฐานทางเธอร์โมไดนามิกส์และจลนพลศาสตร์ในการวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมี ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์เคมี ระบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีเดี่ยวและระบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกัน ปฏิบัติการภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่และอุณหภูมิไม่คงที่ในเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาเคมีแบบเอกพันธุ์และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์

ผู้เขียนได้รวบรวมจัดทำเกี่ยวกับหลักสูตรรายวิชา ประกอบด้วย ลักษณะวิชา การแบ่งหน่วยเรียนและหัวข้อ จุดประสงค์การสอนและการประเมินผลรายวิชา พร้อมทั้งได้จัดทำกำหนดการสอน ใบเตรียมการสอนรายสัปดาห์ตลอดทั้ง 15 สัปดาห์ ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์การสอน เนื้อหาสาระที่สอน วิธีการสอน เอกสารและสื่อประกอบการสอน เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้เขียนคาดหวังว่า เอกสารประกอบการสอนฉบับนี้จะเป็นเอกสารคู่มือของอาจารย์ใช้ประกอบการสอนที่ได้มีการเตรียมและวางแผนการสอนไว้อย่างรอบคอบซึ่งจะส่งผลให้การเรียนการสอนรายวิชานี้มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ธีระวัฒน์ เหมือนศรีชัย

กรกฎาคม 2557

สารบัญ

เรื่อง หน้า

1. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร
2. ลักษณะรายวิชา
3. การแบ่งหน่วยเรียน
4. จุดประสงค์การสอน
5. การประเมินผลรายวิชา
6. ตารางกำหนดน้ำหนักคะแนน
7. กำหนดการสอน
8. รายการเอกสารประกอบการสอน
9. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 1
10. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 2
11. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 3
12. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 4
13. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 5
14. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 6
15. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 7
16. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 8
17. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 10 (เว้นสอบกลางภาค)
18. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 11
19. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 12
20. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 13
21. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 14
22. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 15
23. ใบเตรียมการสอนสัปดาห์ที่ 16

**วัตถุประสงค์ของหลักสูตร**

หลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ

1. ผลิตบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ให้มีคุณธรรมจริยธรรม มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ ทำหน้าที่เป็นพลเมืองดี รับผิดชอบต่อตนเอง สังคม วิชาชีพ และปฏิบัติตนภายใต้จรรยาบรรณวิชาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริต และเสียสละ
2. ผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถประยุกต์ใช้ศาสตร์ดังกล่าวอย่างเหมาะสมเพื่อการประกอบวิชาชีพของตน และการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไปได้
3. ผลิตบัณฑิตให้มีความใฝ่รู้ในองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนา อย่างต่อเนื่องสามารถพัฒนาองค์ความรู้ที่ตนมีอยู่ให้สูงขึ้นไป เพื่อพัฒนาตนเอง พัฒนางาน พัฒนาสังคมและประเทศชาติ และให้คิดเป็น ทำเป็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเลือกวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม
4. ผลิตบัณฑิตให้มีมนุษยสัมพันธ์และมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นมีทักษะในด้านการทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถบริหารจัดการการทำงานได้อย่างเหมาะสม และเป็นผู้มีทัศนคติที่ดีในการทำงาน
5. ผลิตบัณฑิตให้มีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร และใช้ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ และศัพท์ทางเทคนิคในการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดี
6. ผลิตบัณฑิตให้มีทักษะทางด้านปฏิบัติในงานวิชาชีพเฉพาะและสามารถนำไปบูรณาการเพื่อประกอบอาชีพทางด้านวิศวกรรม

**ลักษณะรายวิชา**

1. รหัสและชื่อวิชา 04-711-309 จลนพลศาสตร์วิศวกรรมเคมีและการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์

(Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design)

1. สภาพรายวิชา วิชาชีพบังคับ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
2. ระดับรายวิชา ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 3
3. รายวิชาพึ้นฐาน ไม่มี
4. เวลาศึกษา 45 คาบเรียนตลอด 15 สัปดาห์ ทฤษฎี 3 คาบต่อสัปดาห์และนักศึกษา จะต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
5. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต
6. จุดมุ่งหมายรายวิชา 1. สามารถประยุกต์ใช้หลักการพื้นฐานทางเธอร์โมไดนามิกส์และ จลนพลศาสตร์ในการวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีได้

2. สามารถออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบอุดมคติชนิดต่าง ๆ ได้

3. สามารถแก้ปัญหาระบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบเดี่ยวและแบบหลาย

เครื่องเชื่อมต่อกันได้

4. สามารถแก้ปัญหาการปฏิบัติการภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่และอุณหภูมิ

ไม่คงที่ในเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาเคมีแบบเอกพันธุ์ได้

5. สามารถนำความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาวิวิธ-

พันธุ์ไปใช้ได้

6. มีจิตพิสัยในการเรียน รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

1. คำอธิบายรายวิชา การประยุกต์หลักการพื้นฐานทางเธอร์โมไดนามิกส์และจลนพลศาสตร์ใน การวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมี ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ เคมี ระบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีเดี่ยวและระบบเครื่องปฏิกรณ์แบบหลาย เครื่องเชื่อมต่อกัน ปฏิบัติการภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่และอุณหภูมิไม่ คงที่ในเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาเคมีแบบเอกพันธุ์ และความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์

**การแบ่งหน่วยเรียน/บทเรียน/หัวข้อ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **หน่วยที่** | **รายการ** | **เวลา (ชั่วโมง)** | |
| **ท** | **ป** |
| 1 | 1. พื้นฐานทางจลนพลศาสตร์ในการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องปฏิกรณ์    1. ภาพรวมเกี่ยวกับวิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี   1.1.1 ความหมายของวิศวกรรมเคมี  1.1.2 การจำแนกประเภทปฏิกิริยา  1.1.3 นิยามอัตราการเกิดปฏิกิริยา   * 1. จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยา   1.2.1 สมการอัตรา  1.2.2 อันดับของปฏิกิริยา  1.2.3 การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา  1.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับ  อุณหภูมิและความเข้มข้น | 3  3 |  |
| 2 | 1. การตีความข้อมูลจากเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ   2.1 ขั้นตอนการตีความข้อมูล  2.1.1 สมดุลโมล  2.1.2 วิธีอินทิกรัล  2.1.3 วิธีดิฟเฟอเรนเชียล  2.2 ระบบแก๊ส  2.2.1 ปริมาตรคงที่  2.2.2 ความดันคงที่  2.3 ระบบพหุปฏิกิริยา  2.3.1 แบบขนาน  2.3.2 แบบอนุกรม  2.3.3 แบบเชิงซ้อน | 3  3  3 |  |
| 3 | 3. การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่  3.1 เครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบกะ  3.2 เครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบกึ่งกะ  3.3 เครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบ PFR  3.4 เครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบ CSTR | 3  3 |  |
| **หน่วยที่** | **รายการ** | **เวลา (ชั่วโมง)** | |
| ท | ป |
| 4 | 4. ระบบเครื่องปฏิกรณ์แบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกัน  4.1 ปฏิกิริยาเดี่ยว  4.2 พหุปฏิกิริยา | 3  3 |  |
| 5 | 5. การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีภายใต้สภาวะอุณหภูมิไม่คงที่  5.1 ระบบปิด  5.2 ระบบเปิด  5.3 ปฏิกิริยาผันกลับได้ | 3  3  3 |  |
| 6 | 6. การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์จริง | 3 |  |
| 7 | 7. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ | 3 |  |

**จุดประสงค์การสอน**

|  |  |
| --- | --- |
| หน่วยที่ | รายการ |
| 1 | 1. พื้นฐานทางจลนพลศาสตร์ในการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องปฏิกรณ์   * 1. เข้าใจภาพรวมเกี่ยวกับวิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี      1. อธิบายการจำแนกประเภทของปฏิกิริยา      2. ให้ความหมายอัตราการเกิดปฏิกิริยา   2. นำจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาไปใช้      1. เขียนสมการอัตราจากปฏิกิริยาเคมี      2. บอกอันดับของปฏิกิริยา      3. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา      4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับอุณหภูมิและความเข้มข้น |
| 2 | 1. การตีความข้อมูลจากเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ   2.1 ขั้นตอนการตีความข้อมูล  2.1.1 สร้างสมการสมดุลโมล  2.1.2 ใช้วิธีอินทิกรัลในการหาค่าคงที่อัตราและอันดับปฏิกิริยา  2.1.3 ใช้วิธีดิฟเฟอเรนเชียลในการหาค่าคงที่อัตราและอันดับปฏิกิริยา  2.2 ประยุกต์ใช้ความรู้กับระบบแก๊ส  2.2.1 หาสมการอัตราของระบบปริมาตรคงที่  2.2.2 หาสมการอัตราของระบบความดันคงที่  2.3 ประยุกต์ใช้ความรู้กับระบบพหุปฏิกิริยา  2.3.1 คำนวณข้อมูลของปฏิกิริยาแบบขนาน  2.3.2 คำนวณข้อมูลของปฏิกิริยาแบบอนุกรม  2.3.3 คำนวณข้อมูลของปฏิกิริยาแบบเชิงซ้อน |
| 3 | 3. การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่  3.1 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบกะ  3.1.1 บอกข้อดีและข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ  3.1.2 สร้างสมการการออกแบบของเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ  3.1.3 คำนวณเวลาในการเกิดปฏิกิริยา  3.2.4 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบกะสำหรับสภาวะที่ต้องการ  3.2 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบ CSTR  3.2.1 บอกข้อดีและข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบ CSTR  3.2.2 สร้างสมการการออกแบบของเครื่องปฏิกรณ์แบบ CSTR  3.2.3 คำนวณเวลาสำหรับเครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง  3.3.4 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบ CSTR สำหรับสภาวะที่ต้องการ  3.3 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบ PFR  3.2.1 บอกข้อดีและข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบ PFR  3.2.2 สร้างสมการการออกแบบของเครื่องปฏิกรณ์แบบ PFR  3.2.3 คำนวณเวลาสำหรับเครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง  3.3.4 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบ PFR สำหรับสภาวะที่ต้องการ  3.4 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบกึ่งกะ  3.2.1 บอกข้อดีและข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์แบบกึ่งกะ  3.2.2 สร้างสมการการออกแบบของเครื่องปฏิกรณ์แบบกึ่งกะ  3.2.3 คำนวณเวลาสำหรับเครื่องปฏิกรณ์แบบกึ่งกะ  3.3.4 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบกึ่งกะสำหรับสภาวะที่ต้องการ |
| 4 | 4. ระบบเครื่องปฏิกรณ์แบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกัน  4.1 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์หลายเครื่องเชื่อมต่อกันสำหรับปฏิกิริยาเดี่ยว  4.1.1 ออกแบบ CSTR 2 เครื่องเชื่อมต่อกันแบบขนาดต่างกัน  4.1.2 ออกแบบ CSTR หลายเครื่องเชื่อมต่อกันแบบขนาดเท่ากัน  4.2 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์สำหรับพหุปฏิกิริยา  4.2.1 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เดี่ยวสำหรับปฏิกิริยาแบบอนุกรม  4.2.2 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เดี่ยวสำหรับปฏิกิริยาแบบขนาน  4.3 การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์หลายเครื่องเชื่อมต่อกันสำหรับพหุปฏิกิริยา |
| 5 | 5. การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีภายใต้สภาวะอุณหภูมิไม่คงที่  5.1 ระบบเปิด  5.1.1 สร้างสมการสมดุลพลังงานสำหรับระบบเปิด  5.1.2 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ภายใต้สภาวะอุณหภูมิไม่คงที่  5.2 ระบบปิด  5.2.1 สร้างสมการสมดุลพลังงานสำหรับระบบปิด  5.2.2 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ภายใต้สภาวะอุณหภูมิไม่คงที่  5.3 ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาผันกลับได้ภายใต้สภาวะอุณหภูมิไม่คงที่ |
| 6 | 6. การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์จริง  6.1  6.2 |
| 7 | 7. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์  7.1 อธิบายความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปฏิกิริยาวิวิธพันธ์  7.2 สร้างสมการอัตราของปฏิกิริยาวิวิธพันธ์ |

**การประเมินผลรายวิชา**

รายวิชานี้แบ่งเป็น 5 หน่วย แยกได้ 15 บทเรียน การวัดและประเมินผลรายวิชาจะดำเนินการดังนี้

1. วิธีการ ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลแยกเป็น 3 ส่วน

โดยแบ่งแยกคะแนนแต่ละส่วนจากคะแนนเต็มทั้งรายวิชา 100 คะแนน

ผลงานที่มอบหมาย คะแนน หรือ %

พิจารณาจากกิจนิสัย ความตั้งใจและการเข้าร่วมกิจกรรม คะแนนหรือ %

การทดสอบแต่ละหน่วยเรียน คะแนน หรือ %

โดยจัดแบ่งน้ำหนักคะแนนในแต่ละหน่วยตามตารางหน้าถัดไป

1. เกณฑ์ผ่านรายวิชา ผู้ที่จะผ่านรายวิชานี้จะต้อง
2. คะแนนสอบรวมต้องไม่ต่ำกว่า 40%
3. มีเวลาเรียนไม่ต่ำกว่า 80%
4. ต้องผ่านการสอบกลางภาคและปลายภาค
5. เกณฑ์ค่าระดับคะแนน
6. พิจารณาเกณฑ์ผ่านรายวิชาตามข้อ 2 ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับค่าระดับคะแนน F
7. ผู้ที่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับค่าระดับคะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป ได้ A

คะแนนร้อยละ 75 ได้ B+

คะแนนร้อยละ 70 ได้ B

คะแนนร้อยละ 60 ได้ C+

คะแนนร้อยละ 50 ได้ C

คะแนนร้อยละ 45 ได้ D+

คะแนนร้อยละ 40 ได้ D

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 40 ได้ F

**ตารางกำหนดน้ำหนักคะแนน**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| เลขที่หน่วย | คะแนนรายหน่วยและน้ำหนักคะแนน  ชื่อหน่วย | คะแนนรายหน่วย | น้ำหนักคะแนน | | | | |
| พุทธพิสัย | | | | ทักษะพิสัย |
| ความรู้ ความจำ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | สูงกว่า |
| 1 | พื้นฐานทางจลนพลศาสตร์ในการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ | 5 |  |  |  |  |  |
| 2 | การตีความข้อมูลจากเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ | 15 |  |  |  |  |  |
| 3 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่ | 15 |  |  |  |  |  |
| 4 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีสำหรับระบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกัน | 15 |  |  |  |  |  |
| 5 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีภายใต้สภาวะอุณหภูมิไม่คงที่ | 15 |  |  |  |  |  |
| 6 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์จริง | 10 |  |  |  |  |  |
| 7 | ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ | 5 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| ก | คะแนนภาควิชาการ | 80 |  |  |  |  |  |
| ข | คะแนนภาคผลงาน | 10 |  |  |  |  |  |
| ค | คะแนนจิตพิสัย | 10 |  |  |  |  |  |
|  | รวมทั้งสิ้น | 100 |  |  |  |  |  |

**กำหนดการสอน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| สัปดาห์ที่ | วัน/เดือน | คาบที่ | รายการสอน | หมายเหตุ |
| 1 |  | 1-3 | แนะนำรายวิชา ทบทวนความรู้ที่ต้องใช้ในการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ |  |
| 2 |  | 4-6 | ทบทวนความรู้เกี่ยวกับจลนพลศาสตร์ การตีความข้อมูลจากการทดลอง |  |
| 3 |  | 7-9 | การตีความข้อมูลโดยใช้ integral and differential method |  |
| 4 |  | 10-12 | การตีความข้อมูลสำหรับระบบแก๊ส |  |
| 5 |  | 13-15 | การตีความข้อมูลสำหรับระบบพหุปฏิกิริยา |  |
| 6 |  | 16-18 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบอุณหภูมิคงที่ |  |
| 7 |  | 19-21 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบอุณหภูมิคงที่ (ต่อ) |  |
| 8 |  |  | สอบกลางภาค |  |
| 9 |  | 22-24 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกันแบบอุณหภูมิคงที่ |  |
| 10 |  | 25-27 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกันแบบอุณหภูมิคงที่ (ต่อ) |  |
| 11 |  | 28-30 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกันสำหรับพหุปฏิกิริยา |  |
| 12 |  | 31-33 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบหลายเครื่องเชื่อมต่อกันสำหรับพหุปฏิกิริยา (ต่อ) |  |
| 13 |  | 34-36 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบอุณหภูมิไม่คงที่สำหรับระบบปิด |  |
| 14 |  | 37-39 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบอุณหภูมิไม่คงที่สำหรับระบบเปิด |  |
| 15 |  | 40-42 | การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบอุณหภูมิไม่คงที่สำหรับปฏิกิริยาผันกลับได้ |  |
| 16 |  | 43-45 | ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์สำหรับปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ |  |
| 17 |  |  | สอบปลายภาค |  |

**รายการเอกสารประกอบการสอน**

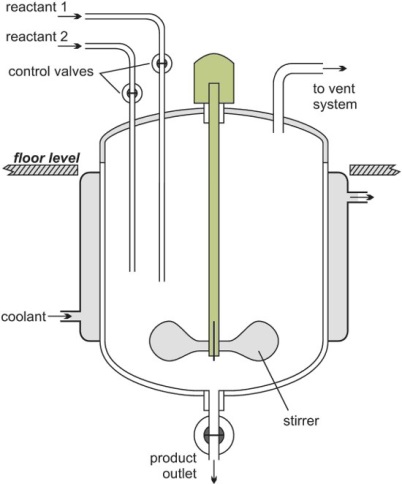
1. Fogler, Elementary of Chemical Reaction Engineering,

2. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering,

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| สัปดาห์ที่ 1 | ใบเตรียมการสอน | รหัสวิชา 04-711-309 |
| เวลา 3 คาบ | หน่วยที่ 1 | |
| ชื่อบทเรียน  แนะนำวิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี (Introduction to chemical reaction engineering)  จุดประสงค์การสอน   1. เข้าใจภาพรวมเกี่ยวกับวิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี 2. เข้าใจข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ 3. เข้าใจอัตราการเกิดปฏิกิริยาชนิดต่าง ๆ 4. เข้าใจความแตกต่างระหว่าง homogeneous reaction และ heterogeneous reaction 5. เข้าใจประเภทของปฏิกิริยา single reaction และ multiple reaction 6. เข้าใจความแตกต่างระหว่าง elementary และ non-elementary reaction 7. เข้าใจความแตกต่างระหว่าง reversible และ irreversible reaction 8. เข้าใจอันดับของปฏิกิริยาและค่าคงที่อัตรา | | |
| ใบเตรียมการสอน ครั้งที่ ... เลขหน้า.../... | | |

1. Scope of Chemical Reaction Engineering
   1. How to choose size, type, and optimal operating conditions for reactors for producing chemicals?

Reactor อาจเป็นแค่ beaker 1 ใบ ใส่สารเคมี ใช้แท่งแก้วคน มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น



http://www.essentialchemicalindustry.org/processes/chemical-reactors.html

เครื่องปฏิกรณ์เคมี คือ ภาชนะใด ๆ ที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

วิชาที่มีคำว่า Engineering อยู่ด้วย ต้องมีการออกแบบ คำนวณ เพราะ Engineer มาจาก Design

เช่น A + B = C (product) 10 ton/year

Conversion 50%

A = ? B = ?

จากการเรียนทำให้สามารถประหยัดได้มาก

สภาวะที่เหมาะสม optimal condition T = ? P = ?

**ความสำคัญของ Chemical Reaction Engineering**

1. เป็นเอกลักษณ์ของวิศวกรรมเคมี (Big 5 Eng EE ME IE Civil Chem Eng)

2. เป็นหัวใจของกระบวนการเคมีเพราะเป็นจุดที่เปลี่ยนจากสารตั้งต้นราคาถูกเป็นผลิตภัณฑ์ราคาแพง

|  |
| --- |
| ใบเตรียมการสอน ครั้งที่ ... เลขหน้า.../... |

* 1. Definition of Chemical Engineering

งานของ Chem Eng แบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่

1. Chemical Reactions

2. Separations เช่น แยกของแข็งจากของเหลว แยกของเหลวจากของเหลว แยกแก๊ซจากของเหลว แยกของแข็งจากของแข็ง เป็นต้น

โรงงาน Factory

A + B = C + D

Separation process

Reactor

เกิด Reaction

Physical separation

Raw Product

Material I II III

I separations (Fluid, Unit I, II)

Prepare raw mat.

Separate impurity from raw mat.

II Reactions (Kinetics & Reactor Design)

A + B = C + D

III separations (Unit II, III)

Separate product C from A, B, D

จุดมุ่งหมายเดียวกันคือ เงิน

ทำไมต้องเรียน Chem Eng

ต้องการออกแบบให้มี size ขนาดที่เหมาะสม (ประหยัดที่สุด) conditions สภาวะที่เหมาะสมที่สุด

|  |
| --- |
| ใบเตรียมการสอน ครั้งที่ ... เลขหน้า.../... |

โจทย์ ให้ออกแบบโรงงานสร้าง A + B = C + D

ดูจากปฏิกิริยาต้องการสร้าง Reactor

ตอบคำถาม 2 ข้อ

1. What changes we expect to occur?

จากปฏิกิริยา A + B = C + D เกิดอะไรขึ้น ใช้ความรู้วิชา เคมี (Phys Chem, Org Chem)

2. How fast will the reaction take place?

Rate = ? เร็วแค่ไหน ใช้ความรู้วิชา Kinetics

เมื่อตอบคำถาม 2 ข้อแรกได้

3. การออกแบบ Reactor ได้ size, T, P หัวใจ

ข้อ 2 และ 3 คือสิ่งที่เราจะเรียนกันในวิชานี้

1. Classification of reactions

2.1 Homogeneous Reaction 1 phase ( Kinetics & Reactor Design)

Liquid phase (Easy)

Gas phase (Difficult) ต้องใช้ gas law, vapor pressure, partial pressure, total pressure, ideal solution, ideal gas, Dalton’s law, Amagat’s law etc. เรียนใน prin cal ศึกษาเพิ่มเติมใน Himmelblau

2.2 Heterogeneous Reaction more than 1 phase (วิชาเลือก Reactor Design for Heterogeneous Reaction) เช่น Catalytic Reaction solve by numerical 80% (Matlab)

Liq + gas, solid + liq, solid + gas, solid + liq + gas

Solid = catalyst

|  |
| --- |
| ใบเตรียมการสอน ครั้งที่ ... เลขหน้า.../... |

Homogeneous Reactions

Definition of reaction rate (มีหลายแบบ)

เช่น rate of production of A : mole A/time

Normalized rate (เทียบกับอะไร)

1. Based on volume of fluid

ri = mole I formed/(volume of fluid)(time) i – product

-ri = mole I disappeared/(volume of fluid)(time) i – reactant

1. Based on unit mass of solid
2. Based on unit surface of solid
3. Based on unit volume of catalyst
4. Based on volume of reactor
5. Kinetics of homogeneous reaction
   1. Single reactions
   2. Multiple reactions
      1. Series
      2. Parallel
      3. Complex (Series + Parallel)
6. Elementary and Non-elementary reactions
7. Reversible and Irreversible elementary reaction
   1. order of reaction, n
   2. rate constant, k
8. Basic Equations

6.1 Mass balance with reaction

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| วิธีสอนและกิจกรรม | 1. บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ 2. ถามตอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ 3. ทำแบบทดสอบย่อย | |
| สื่อการสอน | หนังสืออ้างอิง |  |
| เอกสารประกอบ |  |
| วัสดุโสตทัศน์ |  |
| งานที่มอบหมาย | การบ้าน | |
| การวัดผล |  | |
| หมายเหตุ : | | |